



2016 年熊本地震で益城町に現れた震災の島とその生成要因の考察

山田真澄¹⁾

1) 正会員 京都大学防災研究所, 助教 Ph.D.
e-mail: masumi@eqh.dpri.kyoto-u.ac.jp

要 約

本研究では, 2016年熊本地震における益城町の秋津川沿いの倒壊建物の分布を調査した. 熊本地震では, Mj6.5の前震とMj7.3の本震が28時間差で発生しており, 空中写真を利用して被害の分離を試みた. 前震による被害の空間分布は, 本震による被害の空間分布と類似しており, 倒壊建物の多い地域と少ない地域ははっきりと分かれていて, 島のように被害の集中している地域が分布している. 益城町中心部に現れた地表断層は, 本震の前には確認されていないので, 地表断層によってこのような被害のパターンを生成したとは考えにくい. 地形分類図との対比から, 最も被害の大きかった地域は低位段丘面とよい相関を示していた. また被害集中地域は古くからの集落の場所によく対応しており, 明治時代の地形図ではすでに集落が形成されていた. 震災の島の生成要因は, 表層地盤構造の違いと建物の建築年代の複合であると考えられる.

キーワード: 2016年熊本地震, 建物被害調査, 空中写真, 地表断層, 震災の島

1. はじめに

2016 年熊本地震は, 4 月 14 日の Mj6.5 の地震 (以後前震と呼ぶ), 4 月 16 日の Mj7.3 の地震 (以後本震と呼ぶ) と非常に短期間のうちに 2 度の強震動をもたらした, これまでに経験したことのない特殊な地震であった¹⁾. 震源から 10km ほどに北東に位置する益城町では, 役場周辺を中心として多くの家屋が倒壊した. 熊本地震による全壊建物 8218 棟中約 3 割の 2610 棟が益城町に集中していた²⁾.

被災直後から益城町中心部での建物被害調査が行われ, 倒壊建物の空間分布が明らかになってきた^{例え}ば, 3)-9). 被害調査結果に共通しているのは, 県道28号線と秋津川にはさまれた地域の北半分に倒壊建物が多い点である. しかしながら, 秋津川に近い南側ではほとんど倒壊建物がなく, 数百メートルという狭い地域で被害の差が大きく現れている³⁾. この被害の集中したエリアは, 東西方向に伸びているように見えることから, 同じく東西方向に現れた地表活断層の影響も指摘されている¹⁰⁾⁻¹²⁾. また, この県道と川に挟まれた地域では, 南側は秋津川によって形成された沖積低地で, 北側は段丘面であり¹³⁾, 地質の違いによる表層地盤増幅の違いも予想され, 被害の違いをもたらしたメカニズムは複雑で, 十分に解明されているとはいえない.

本研究では, 益城町における被害コントラストの解明に資するために, Yamada et al.¹⁴⁾と同様に空中写真を利用して, 既往研究より広範囲で倒壊建物の分布を調べた. 活断層と河川による地質構造との関係を議論できるよう, 対象地域は熊本市東区の東端から益城町役場東側の国道443号線にいたるまで秋津川に沿って東西方向に約5km, 幅1kmのエリアとした (図 1, 図2). このうち, 鉄砂川の東側を益城町中心部, 鉄砂川の西側を益城町西部と呼ぶことにする. また, 過去の空中写真のデータを利用して建物の

建築年代を調査した。用いた建物データのうち、益城町中心部はYamada et al.¹⁴⁾と共通である。本論文ではこれらの調査結果に基づいて、被害の生成要因として活断層、表層地盤構造、建築年代の影響について議論する。

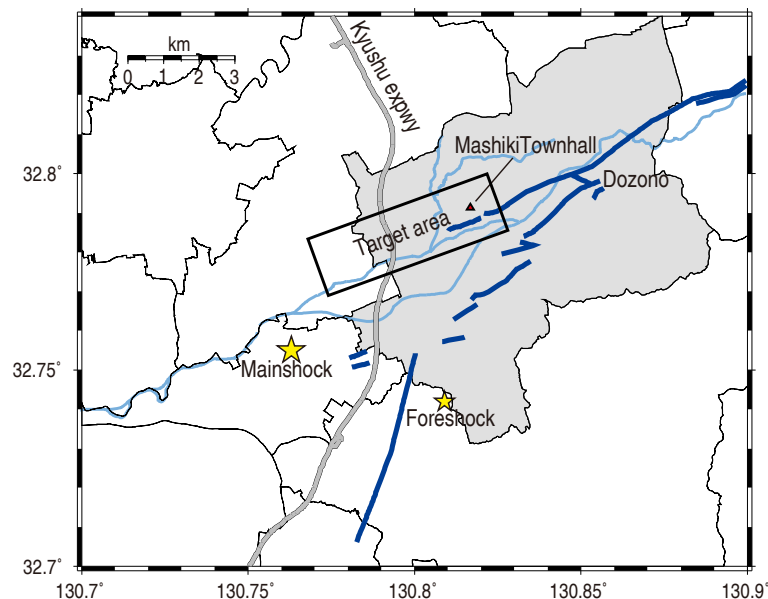


図 1 益城町の地図（灰色の部分）。黒い長方形が本研究の対象地域，太い青線は地表断層^{15), 16)}，水色は河川，星印は前震と本震の震央を示す。

2. 空中写真の分析

2.1 空中写真の分析

本研究では、前震によって倒壊した建物分布を調べるために、国土地理院によって2016年4月15日に撮影された前震直後の斜め写真¹⁷⁾を利用した。確認のために一部 Google Earth 上の4月15日のオルソ画像も利用している。また、本震の被害を調べるため、Google Earth 上の3次元建物モデル（建物の撤去状況から、6月から9月の間に撮影されたとみられる）と、モデリング前の状況を確認するために国土地理院によって4月16日に撮影されたオルソ画像¹⁷⁾を利用して、空中写真分析を行った。図1の対象地域のうち、図2・図3に示されたエリアの合計6816棟の木造建物を対象とした。このエリアを選んだ理由は、秋津川に沿った河岸段丘上の被害を調べたかったこと、秋津川の南側と国道443号線の東側にはほとんど建物がないこと、このエリアよりも北側には、倒壊建物が集中した地域が空中写真に見られなかったこと、の3点による。

構造種別は、空中写真と Google ストリートビューから判断し、屋根形状などから明らかに鉄骨やRC造と考えられる建物は除いた。この地域は木造建物が9割以上を占めるが、目視による判定のため一部の構造種別が混入している可能性もある。また、ゼンリンの電子住宅地図デジタウンを使用して、住宅かそれ以外（納屋や倉庫）かで用途分類を行ったが、用途で分けても結論に大きく影響しなかったため、本論文では区別せずに合わせて分析した結果を示している。ただし、規模の大きい木造集合住宅は除いた。被害の判定は著者が一人ですべて行った。判定方法はYamada et al.¹⁴⁾に倣い、斜め写真では大きく傾いていたり潰れたりしている建物を倒壊建物とした。オルソ画像では、建物の輪郭が回転したりゆがんだりしているもの、建物の周辺に多数の瓦礫が散乱しているものを倒壊建物とした。空中写真分析と現地調査による判定結果の比較の例を図4に示す。

空中写真分析の精度を確認するため、日本建築学会九州支部熊本地震災害調査委員会の悉皆調査の結果⁶⁾と比較を行った。日本建築学会の調査では、益城町中心部を約60mのメッシュで区切り、Okada and Takai¹⁸⁾の被害判定基準のD5/D6の建物が(1)0%，(2)0～25%未満，(3)25～50%未満，(4)50～75%未満，(5)75%以上の5つの倒壊率区分に分けて公表されている。そのため、同じメッシュを作成し、空中写真によって倒壊建物と判定した建物の割合を求めた。メッシュごとの母数が異なる可能性があるため、10

棟以上の建物が含まれているメッシュを比較に用いた。比較結果を図 5 に示す。両方にデータが存在する比較可能な 37 メッシュのうち、29 メッシュで倒壊率区分が一致し 6 メッシュで隣接する倒壊率区分となり、空中写真分析の精度は十分あることが分かった。残りの 1 メッシュは、日本建築学会の調査で倒壊率 75%以上、空中写真分析で 27% (11 棟中 3 棟倒壊) となっている。Yamada et al.¹⁴⁾が行った木造建物悉皆調査のデータを利用して確認したところ、現地調査では 11 棟中 5 棟が倒壊していた。この判定の違いと母数の違いが影響したと考えられる。

また、Yamada et al.¹⁴⁾によると、空中写真により倒壊建物と判定された建物は、およそ 90%の精度で Okada and Takai¹⁸⁾の被害判定基準の D5 に相当するという結果が得られている¹⁴⁾。現地調査と空中写真分析の結果が一致しなかった例としては、以下のようなケースがみられた。現地調査で倒壊と判定された建物でも、建物が鉛直方向に倒壊し水平方向の移動がほとんどなかった場合は、空中写真からの判定は困難であった。また逆に、構造自体に問題がなくても屋根が激しく壊れている場合は、空中写真によって倒壊と誤判定されるケースもあった¹⁴⁾。

確認のため、杉野ら⁴⁾の判定結果との比較も行った。杉野ら⁴⁾の図 8 の県道 28 号線の南側で倒壊と判定され、かつ本研究でも対象とした 99 建物のうち、85%の 84 棟は本研究でも倒壊と判定されていた。以上のことから、空中写真を使った被害分析でも、85~90%の精度は確保できると考えられる。

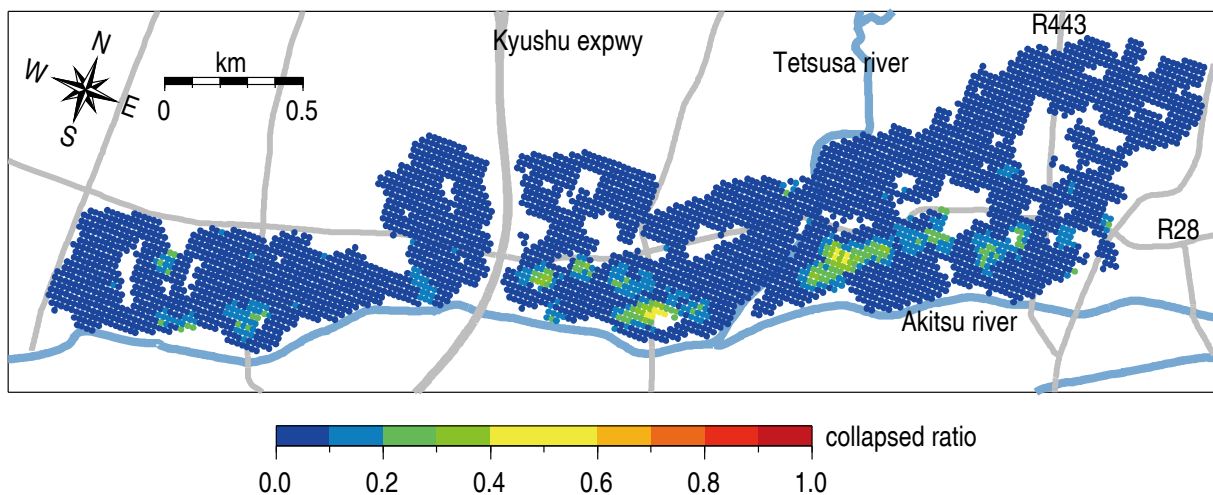


図 2 空中写真分析によって判別した前震後の建物倒壊率。

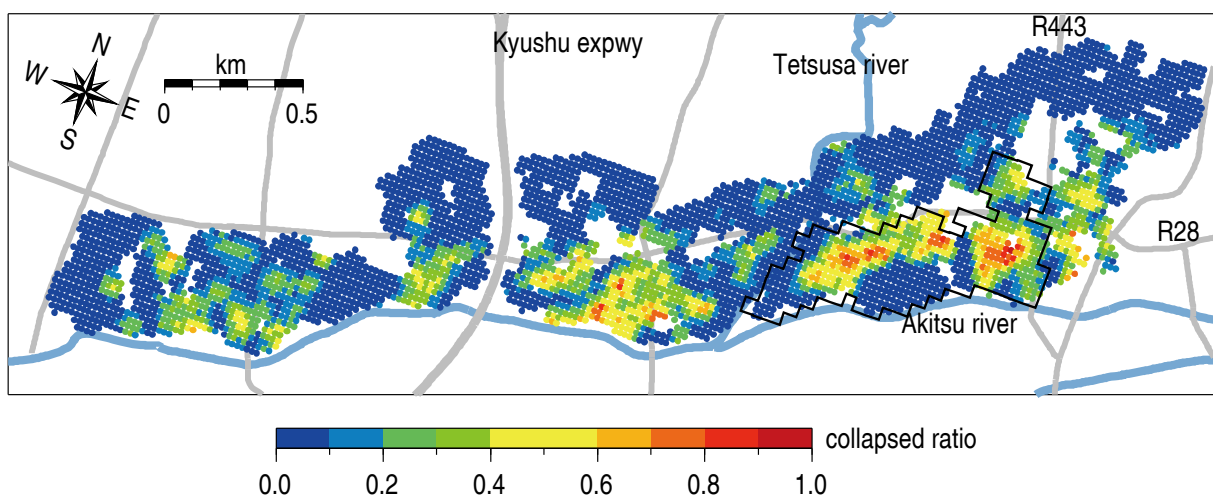


図 3 空中写真分析によって判別した本震後の建物倒壊率。黒線は日本建築学会の調査と比較したエリアを示す。



図 4 空中写真分析と現地調査による判定結果の比較の例.

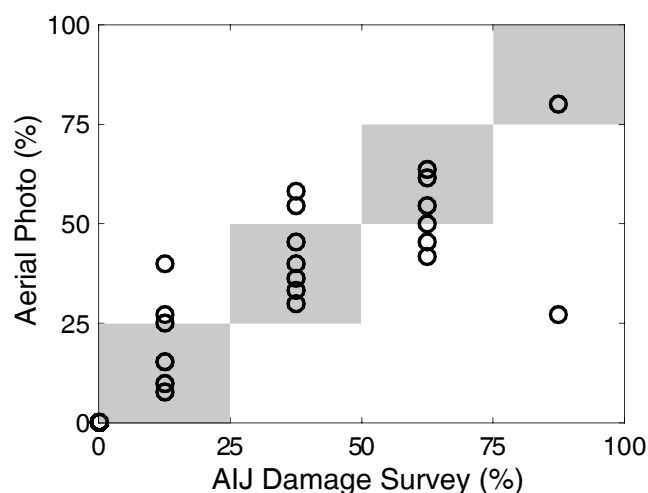


図 5 空中写真分析と日本建築学会悉皆調査による建物倒壊率の比較. 日本建築学会悉皆調査のデータは倒壊率区分の中央値にプロットしている. 原点には14個のデータが存在する.

前震後・本震後の倒壊建物の割合を図 2, 図 3に示す. 各グリッドにおいて円の中心から半径50m以内に10棟以上木造建物が含まれている場合に, 建物倒壊率をカラーで示している. 前震と本震で倒壊建物の多かった地域はよく一致していることが分かる. また, 本震後は前震後と比較して倒壊建物は4~5倍に増加したことが分かった. 既往の研究では, 益城町中心部の被害集中地域については報告されているが^{例えば, 3)-7)}, 益城町西側においても倒壊建物の多い地域と少ない地域ははっきりと分かれており, 島のように被害の集中している地域が分布している.

2.2 木造建物の建築年代と倒壊率

建物の経年劣化が被害に与える影響を調べるため, 国土地理院によって提供されている過去の空中写真を利用して建物の建築年代を調べた. Google Earth上の4月15日に撮影されたオルソ画像と, 複数の年に撮影された空中写真を比較して, 屋根の形状が変化した年や空き地に新しく建物が建てられた年を目視で検出した. 空中写真は1967年, 1975年, 1982年, 1997年, 2003年に撮影された5つのデータを使用し

たので、建築年代は(1)1967年以前、(2)1967～1975年、(3)1975～1982年、(4)1982～1997年、(5)1997～2003年、(6)2003～2016年、の6つの期間に分類した。空中写真は、概ね10年刻みで建築基準法の改正年が境界となるように選択した。推定した建築年代のうち、(1)、(2)、(3)、および(4)以降の期間に建てられた建物分布を図 6に示す。被害集中地域は元々古い集落ができていた場所であり、(1)の時期の建物はほぼ被害集中地域に存在する。しかしながら、被害集中地域でもそれ以降に建て替えられている建物も多く、古い集落の中でも新しい建築年代の建物が混在している様子が分かる。

また、建築年代ごとに求めた倒壊建物の割合を図 7 (a)に、実際の建物数を図 7 (b)に示している。建築年代の古い建物ほど倒壊率が高くなっているのが分かる。

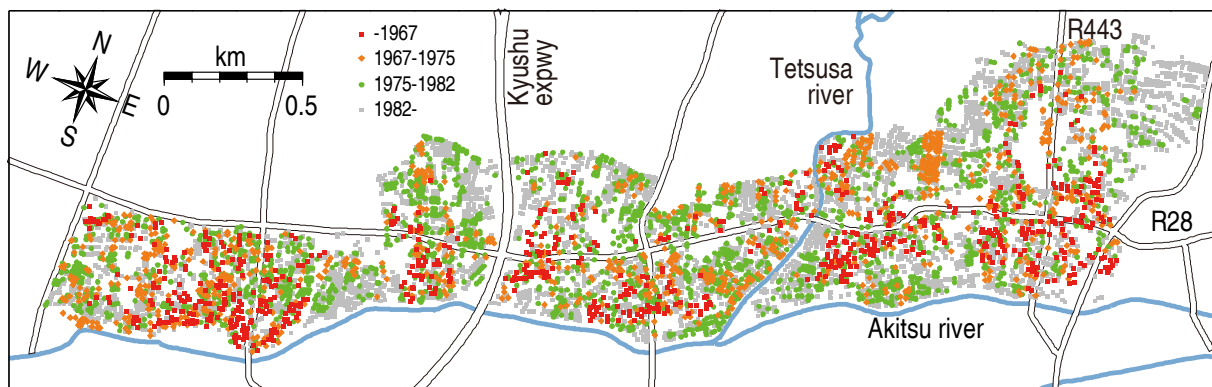


図 6 空中写真分析によって判別した建物の建築年代.

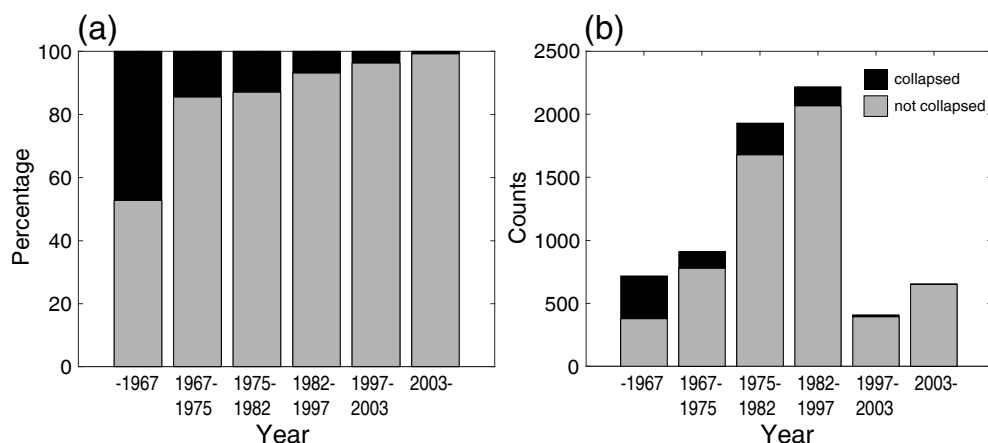


図 7 建築年代ごとに求めた(a)倒壊建物の割合と(b)実際の建物数。黒色が倒壊建物で灰色が倒壊していない建物を示す。

3. 「震災の島」の生成要因

本章では、益城町中心部から西部にかけて現れた島のように被害の集中している地域「震災の島」の生成要因について、活断層の影響、表層地盤構造の違いによる地震動の影響、建物建築年代の影響の3つの点から考察する。

3.1 活断層の影響

益城町の中心部には、既往の研究より地表断層が確認されている。最も顕著なものは、被害集中域の南端を通る最大40cm程度の横ずれである^{15),16)} (図 8右側に黒色実線で示す)。また、北側の県道28号線とほぼ同じ位置、さらに益城町役場の南側に地表断層の存在を指摘する研究もある^{10),12)}。図 1に示したように、本震の主要な活断層は益城町堂園付近より西側では分岐しており、北側の断層は益城町中心部

に向かって変位量が減少し、鉄砂川の東側で確認できなくなる。南側の活断層は、益城町中心部から2kmほど南側を通り、南西方向へ連続している¹⁹⁾。このことから、益城町中心部に現れた地表断層は、メインの断層から分岐した分岐断層であると考えられる¹¹⁾。

既往研究において、益城町の建物被害調査は中心部に限定されており、被害の集中したエリアと地表活断層は良く対応していると考えられていた^{例えば、10)11)}。しかしながら、図 8に示すように、地表活断層が明瞭に確認されていない益城町西部においても被害集中地域が分布していることが分かる。また、益城町中心部の地表断層は前震の後には現れていなかったが²⁰⁾、倒壊建物の分布は前震後と本震後で類似しており、被害集中地域は図 2にすでに現れている。したがって、断層近傍の強震動が被害を大きくしたのは疑いがないが、地表断層の存在が被害のコントラストの生成につながったとは考えにくい。

3.2 表層地盤構造の影響

対象とした地域は、秋津川によって形成された河岸段丘であり、複数の段丘面と秋津川氾濫原の沖積低地で構成されている。図 8に地形分類図¹³⁾を示す。青色点線が調査対象とした地域、赤色曲線は図 3において建物倒壊率が20%以上の地域である。被害集中地域は、最も低位の段丘面との相関が良いことが分かる。

本震時には、益城町中心部の2ヶ所で強震記録が得られており(図 8)、高位の火砕流台地面に位置するKiK-net益城 (KMMH16)では計測震度6.5、KiK-net益城よりも標高の低い益城町役場では6.8である¹⁴⁾。また、Yamanaka et al.²¹⁾は益城町中心部で余震観測を行い、被害集中地域は北側の火砕流台地面と比較して余震時の震度が大きかったことを報告している。このように、火砕流台地面は低位段丘面と比較して、計測震度が対象とする周期帯の地震動の地盤増幅が小さかったことが分かる。林田ら²²⁾は低位段丘面と沖積低地で余震観測を行っており、余震では沖積低地の方が低位段丘面よりも震度が大きく、1-2秒の周期の地震動増幅が大きいことを示している。通常であれば沖積低地は建物被害に寄与する地震動が大きくなると予想され、余震観測でも整合的な結果が得られている。しかしながら、沖積低地ではほとんどの建物が倒壊しておらず、本震時には低位段丘面よりも建物被害に寄与する地震動が小さかったと考えざるを得ない。

益城町中心部では、常時微動計測²³⁾⁻²⁵⁾やアレー微動観測による表層地盤構造の推定^{5),12)}が行われている。山田ら⁵⁾は、益城町中心部で稠密アレー微動観測を行い、表層地盤構造を推定している。その結果、低位段丘面と沖積低地では速度構造が大きく異なり、沖積低地には20m近くもS波速度100m/s以下の軟弱層が堆積しているが、低位段丘面では高々数mであることが分かった。既往のボーリング調査からも整合的な結果が得られており、この軟弱層はN値が一桁の粘土やシルトである^{12),26)}。この軟弱層の非線形化により、建物被害に寄与する地震動の増幅が起こらなかった可能性がある⁵⁾。しかしながら、非線形化のメカニズム解明には、対象地盤の土質試験など更なる検証が必要である。

鉄砂川の西側(益城町西部)に関しては、十分な観測結果が存在しないため、表層地盤構造との関係を定量的に評価することが困難である。図 8の地形分類図を見る限りは、益城町中心部と同様の傾向が確認できるものの、九州自動車道の西側で一部沖積低地と被害分布が重なる地域もあり、物理探査等詳細な観測を実施して表層地盤構造の影響を確認する必要がある。

3.3 建物建築年代の影響

図 7に示したように、建物の被害率は建築年代の影響を受けており、特に古い建物ほど倒壊率が高くなっていることが分かる。1982年および2000年には建築基準法改正により耐震基準が向上しているが、図 7からは全体の傾向と比較して著しい倒壊率の減少は確認できず、本研究のデータからは耐震基準との関係性は不明である。

図 9に明治36年に作成された2万分の1地形図を示す²⁷⁾。被害集中地域は益城町の古くからの集落によく対応しており、明治時代にはすでに集落が形成されていたことが分かる。秋津川の氾濫原を避け、低位段丘面に集落を形成したことが伺われる。このように、表層地形と建物年代には密接な関係がある。被害に与える建築年代の影響を取り除くために、比較的近い年代(1967~1982年)に建設された建物を抽出し、本震後の倒壊率を図 10に示す。同じ時代の建物を抽出しているため、耐震基準の違いや経年劣化による違いは取り除かれているはずだが、図 3と同様に被害の集中している地域と被害のない地域が

分かれていることが確認できる．以上のことから，震災の島の生成要因としては，古くからの集落がそこに存在しており，建築年代の古い建物が多かったこと，および表層地盤構造の違いから地震動が増幅しやすい条件にあった，という2点が考えられる．

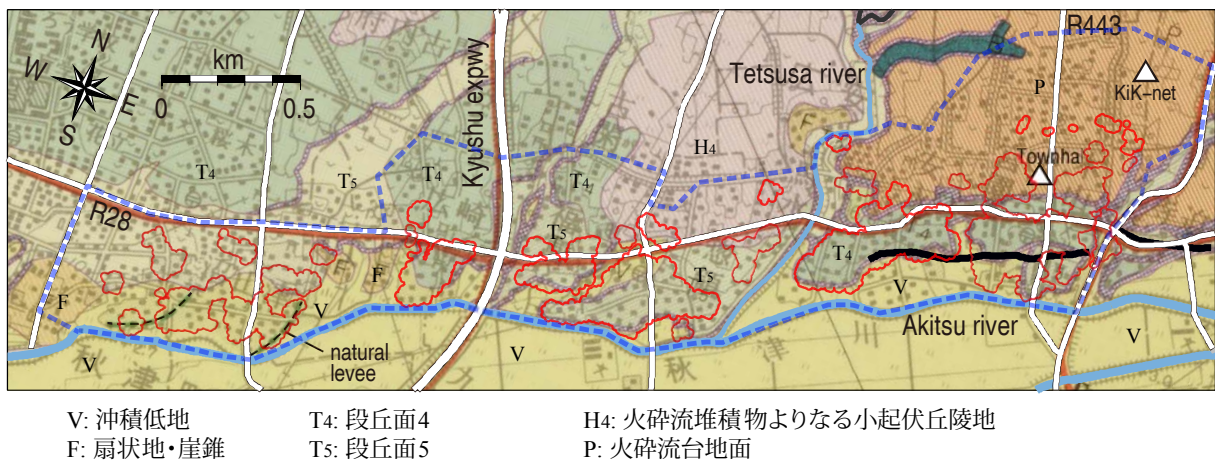


図 8 地形分類図と被害集中地域の比較．青色点線は調査対象とした地域，赤色曲線は図3で建物倒壊率が20%を超えるエリアを示す．地表断層（黒太線）と地震観測点（三角印）も併せて示す．

4. まとめ

本研究では，益城町における被害コントラストの解明に資するために，益城町役場東側から熊本市東区にいたるまでの空中写真を利用して，倒壊建物の分布と建物の建築年代を調べた．これらのデータに基づいて，被害コントラストの生成要因として，活断層，表層地盤構造，建築年代の影響について議論を行った．得られた結論を以下に示す．

- 1) 前震後と本震後の倒壊建物の分布はよく一致しており，島のように被害の集中した地域が現れていることが分かった．本震後は前震後と比較して倒壊建物は4～5倍に増加した．
- 2) 地表活断層は本震の後にしか現れていないため，断層近傍の強震動が被害を大きくしたのは疑いが無いが，活断層の存在が被害のコントラストの生成につながったとは考えにくい．
- 3) 被害集中地域は，最も低位の段丘面との相関が良かった．また被害集中地域は古くからの集落の場所によく対応しており，明治時代の地形図ではすでに集落が形成されていた．
- 4) 震災の島の生成要因としては，古くからの集落がそこに存在しており，建築年代の古い建物が多かったこと，および表層地盤構造の違いから地震動が増幅しやすい条件にあった，という2点が考えられる．

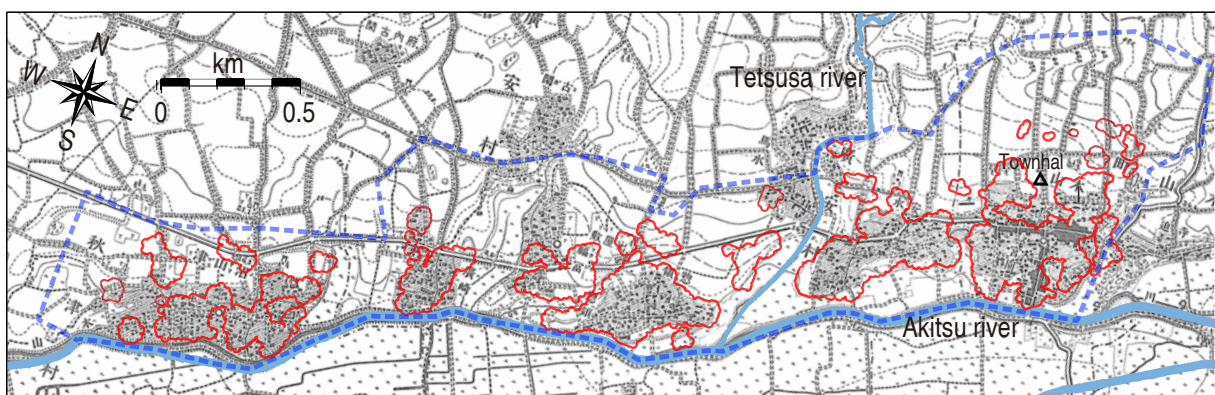


図 9 1903年の正式二万分之一地形図と被害集中地域の比較．青線，赤色は図8と同様．

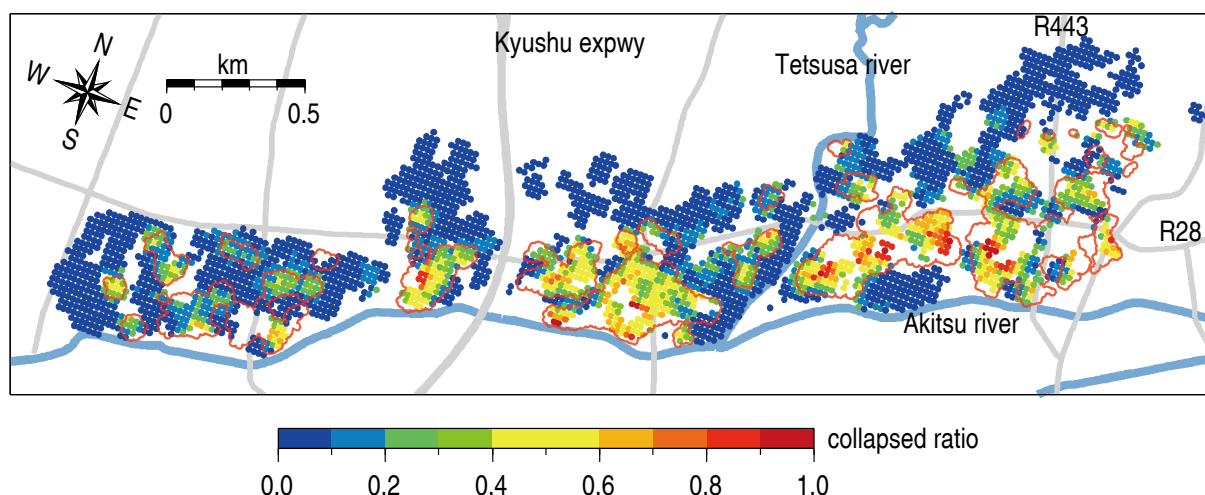


図 10 1967-1982年に建てられた建物の本震後の倒壊率。赤色曲線は図7と同様。

謝 辞

図の背景地図は国土数値情報ダウンロードサービス²⁸⁾を利用しました。

参考文献

- 1) 気象庁：「平成28年（2016年）熊本地震」について（第7報），
<http://www.jma.go.jp/jma/press/1604/16a/201604160330.html> (参照 2017-05-10)。
- 2) 熊本県：平成28年熊本地震に関する災害対策本部会議資料 熊本地震に係る被害状況等について（第116報），http://www.pref.kumamoto.jp/kiji_15459.html (参照 2017-05-10)。
- 3) 菊池健児，田中 圭：益城町の悉皆調査，2016年熊本地震災害調査報告会資料，2016年度日本建築学会大会，2016。
- 4) 杉野未奈，山室涼平，小林素直，村瀬詩織，大村早紀，林康裕：2016年熊本地震における益城町の建物被害の分析，日本地震工学会論文集，Vol.16-10，pp.69-85，2016。
- 5) 山田雅行，山田真澄，羽田浩二，藤野義範，Jim MORI，坂上啓，林田拓己，深津宗祐，西原栄子，大内徹，藤井章男：2016年熊本地震における益城町での被害メカニズムの解明 ～地盤特性の影響～，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），地震工学論文集第36巻，2017。
- 6) 国土技術政策総合研究所及び（国研）建築研究所：平成28年（2016年）熊本地震建築物被害調査報告（速報），<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/data/173/index.html>（参照 2017-05-10）
- 7) 熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会 報告書，
<http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/0930/report.htm> (参照 2017-05-10)。
- 8) 寺本彩乃，久田嘉章，金田惇平：2016年熊本地震の地表地震断層の近傍における建物被害調査報告，日本地震工学会・大会－2016梗概集，P2-32，2016。
- 9) 友澤裕介，元木健太郎，引田智樹，石木健士朗，加藤研一：平成28年(2016年)熊本地震における墓石転倒率と木造家屋被害調査－断層極近傍と益城町宮園周辺の比較検討－，日本地震工学会・大会－2016梗概集，P2-36，2016。
- 10) 渡辺満久，鈴木康弘，熊原康博，後藤秀昭，中田高：熊本地震に関する活断層評価と地震被害の集中，2016年度日本地理学会秋季学術大会，2016。
- 11) 鈴木康弘，渡辺満久，中田高：2016年熊本地震を教訓とする活断層防災の課題と提言，科学，8月号，pp.839-847，2016。
- 12) 国土交通省：熊本地震からの益城町の市街地復興に向けた安全対策のあり方等に関する中間報告について，http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi08_hh_000032.html (参照 2017-05-10)。
- 13) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土調査，5万分の1都道府県土地分類基本調査，

- http://nrb-www.mlit.go.jp/kokjo/inspect/landclassification/land/l_national_map_5-1.html (参照 2017-05-10) .
- 14) Yamada, M., J. Ohmura, and H. Goto: Wooden building damage analysis in Mashiki town for the 2016 Kumamoto earthquakes on April 14 and 16, Earthquake Spectra, 2017 (in print).
 - 15) Shirahama, Y., M. Yoshimi, Y. Awata, T. Maruyama, T. Azuma, Y. Miyashita, H. Mori, K. Imanishi, N. Takeda, T. Ochi, M. Otsubo, D. Asahina and A. Miyakawa: Characteristics of the surface ruptures associated with the 2016 Kumamoto earthquake sequence, central Kyushu, Japan, Earth, Planets and Space, Vol. 68:191, 2016.
 - 16) 吉見雅行：平成 28 年熊本地震 地震メカニズムおよび地震断層，
<http://committees.jsce.or.jp/eec2/system/files/20160908yoshimi-s.pdf> (参照 2017-05-10) .
 - 17) 国土交通省国土地理院：平成 28 年熊本地震に関する情報，
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html> (参照 2017-05-10) .
 - 18) Okada, S. and Takai, N.: Classifications of structural types and damage patterns of buildings for earthquake field investigation. Proceedings of the 12th world conference on earthquake engineering (paper 0705), 2000.
 - 19) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：「第四報」 緊急現地調査報告 [2016 年 5 月 13 日] 2016 年熊本地震に伴って出現した地表地震断層
<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/kumamoto2016/kumamoto20160513-1.html> (参照 2017-05-10) .
 - 20) Sugito, N., H. Goto, Y. Kumahara, H. Tsutsumi, T. Nakata, K. Kagohara, N. Matsuta and H. Yoshida: Surface fault ruptures associated with the 14 April foreshock (Mj 6.5) of the 2016 Kumamoto earthquake sequence, southwest Japan, Earth, Planets and Space, Vol. 68:170, 2016.
 - 21) Yamanaka, H., K. Chimoto, H. Miyake, S. Tsuno, and N. Yamada: Observation of earthquake ground motion due to aftershocks of the 2016 Kumamoto earthquake in damaged areas, Earth, Planets and Space, No.68-197, 2016.
 - 22) 林田拓己, 山田真澄, Jim Mori, 坂上啓, 山田雅行, 羽田浩二, 藤野義範, 深津宗祐, 西原栄子, 大内徹, 藤井章男：2016 年熊本地震における益城町での被害メカニズムの解明：その 3 余震観測，日本地震学会 2016 年度秋季大会，2016.
 - 23) Kawase, H., S. Matsushima, F. Nagashima, Baoyintu and K. Nakano: The cause of heavy damage concentration in downtown Mashiki inferred from observed data and field survey of the 2016 Kumamoto earthquake, Earth Planets Space, No.69-3, 2017.
 - 24) 香川敬生, 吉田昌平, 上野太士：2016 年熊本地震で生じた地表地震断層ごく近傍の地震動特性について，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，地震工学論文集第 36 巻，2017.
 - 25) 長尾毅, Tara Nidhi Lohani, 福島康宏, 伊藤佳洋, 北後明彦, 尾茂淳平：2016 年熊本地震による益城町の地震被害と地盤震動特性の相関に関する研究，土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)，地震工学論文集第 36 巻，2017.
 - 26) 北田奈緒子, 井上直人, 三村衛, 後藤浩之：熊本県益城町地域におけるボーリング調査の地質学的考察，平成 28 年度京都大学防災研究所研究発表講演会，2017.
 - 27) 地図資料編纂会 編：正式二万分一地形図集成[九州]，柏書房，2001.
 - 28) 国土数値情報ダウンロードサービス <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> (参照 2017-05-10) .

(受理：2017年5月17日)
(掲載決定：2017年8月30日)

Damage Islands in Mashiki Town from the 2016 Kumamoto Earthquakes

YAMADA Masumi ¹⁾

1) Member, Assistant Professor, DPRI, Kyoto University, Ph.D.

ABSTRACT

We investigated the distribution of the collapsed buildings due to the 2016 Kumamoto earthquakes in the area along the Akitsu river. A Mj6.5 foreshock and Mj7.3 mainshock occurred within 28 hours. The spatial pattern of collapsed buildings from the foreshock and mainshock were similar and the isolated areas resemble islands. Since the surface rupture occurred only during the mainshock, it is unlikely that the presence of the surface rupture generated the similar damage patterns for the foreshock and mainshock in Mashiki. The most severely damaged areas are located in the lowest river terrace. The isolated islands correspond to the locations of built areas constructed during the Meiji era. The cause of the damage islands is likely to be a combination of the subsurface soil structure and age of buildings.

Keywords: 2016 Kumamoto Earthquakes, Building damage survey, Aerial photos, Surface rupture, Damage islands